Τα ψάρια είναι πράγματι μια σημαντική πηγή θρεπτικών ουσιών για τον άνθρωπο ή μήπως εγκυμονούν και κάποιους κινδύνους;

Περιεχόμενα

1. Πρόβλημα
2. Εισαγωγή
3. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας
4. Μεθοδολογία
5. Αποτελέσματα
6. Συμπεράσματα
7. Δεξιότητες που αποκτήθηκαν
8. Παράρτημα με φωτογραφίες και διαγράμματα για την εκτέλεση της μελέτης
9. Βιβλιογραφία

ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Εισαγωγή

Είναι σε όλους γνωστό, τόσο στην Κύπρο όσο και σε άλλες χώρες, ότι τα βιομηχανικά απόβλητα ρυπαίνουν το περιβάλλον και κατ' επέκταση το υδάτινο περιβάλλον. Αυτή η ρύπανση μπορεί να γίνει μέσα από το έδαφος, το νερό και την ατμόσφαιρα. Ωστόσο, τα θαλάσσια απορρίμματα αποτελούν μια αυξανόμενη ανησυχία για την ανθρώπινη ζωή καθώς τα ψάρια αποτελούν μία από τις κύριες τροφές του ανθρώπου. Μια κατηγορία ουσιών ρυπαντών για τα ψάρια είναι τα βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος(Pb), το κάδμιο(Cd), ο υδράργυρος(Hg) και το αρσενικό(As).

Πολλές έρευνες έγιναν με στόχο να ανακαλύψουν την επίδραση που έχουν τα βαρέα μέταλλα στα ψάρια, οστρακοειδή και μαλάκια. Η παρούσα έρευνα επιχειρεί την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την επίδραση των βαρέων μετάλλων στα ψάρια σε σχέση με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, που μας δόθηκαν από το Γενικό Χημείο του Κράτους (ΓΧΚ), που έγιναν στην Κύπρο. Η έρευνα προσπαθεί να ελέγξει πόσο ασφαλή είναι τα ψάρια που καταναλώνουμε στην καθημερινή μας ζωή και πιο συγκεκριμένα ποια βαρέα μέταλλα συσσωρεύονται στα διάφορα όργανα των ψαριών. Όλα τα ψάρια επηρεάζονται το ίδιο από τα βαρέα μέταλλα ή μήπως υπάρχει επιλεκτικότητα στο είδος των ψαριών;

Η έρευνα αυτή έχει ως σκοπό να ευαισθητοποιήσει τους καταναλωτές στην Κύπρο για τους κινδύνους που μπορεί να εγκυμονούν τα ψάρια λόγω της κακής διαχείρισης των αποβλήτων και να τους οδηγήσει σε εξεύρεση πιο ασφαλών και αποτελεσματικών τρόπων επεξεργασίας των αποβλήτων.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω τα δεδομένα λήφθηκαν από μετρήσεις που έγιναν από το Κρατικό Χημείο της Κύπρου .

Οι έρευνες αφορούσαν αναλύσεις ψαριών τα οποία βρίσκονται σε υπεραγορές και ψαραγορές καθημερινής χρήσης από του καταναλωτές. Αυτό είναι μεγάλο πλεονέκτημα γιατί γίνεται πιο αντιπροσωπευτικός έλεγχος των ψαριών που χρησιμοποιεί ο καταναλωτής σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ωστόσο ένας μεγαλύτερος έλεγχος θα μπορούσε να γίνεται σταθερά σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα λαμβάνοντας ψάρια από περισσότερες περιοχές της θάλασσας της Κύπρου επισημαίνοντας έτσι σε ποιες περιοχές τα ψάρια είναι πιο μολυσμένα και να αποφεύγεται η αλίευση τους.

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Οι κυριότεροι ρύποι προέρχονται από ανθρωπογενής δραστηριότητες. Μία από τις έρευνες έδειξε ότι τα βαρέα μέταλλα που συγκαταλέγονται στου ρύπους είναι τα μέταλλα που έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος από τον Σίδηρο. Ορισμένα μέταλλα όπως ο Υδράργυρος , ο Μόλυβδος, το Κάδμιο και το Αρσενικό προκαλούν χρόνιες και οξείες βλάβες στα διάφορα όργανά μας, όπως στο ήπαρ, τα νεφρά, την καρδία και τον εγκέφαλο. Πιο συγκεκριμένα ο Υδράργυρος απαντάται σε τρείς μορφές : Hg^0 (στοιχειακός υδράργυρος), Hg^{2+} (ανόργανος υδράργυρος) και ο μεθυλυδράργυρος CH_3Hg^+ (Η πιο τοξική μορφή του Hg).

Μια δεύτερη μορφή ρύπων είναι οι υδρογονάνθρακες πετρελαίων που προκαλείται από διαρροές λόγω ατυχημάτων ή λόγω εξόρυξης και μεταφοράς πετρελαιοειδών. Ακόμη, μια τρίτη πηγή ρύπανσης μπορεί να είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες. Κάποια άλλη ερεύνα έδειξε ότι πηγή ρύπανσης σε τοξικά επίπεδα μπορεί να είναι και ο ευτροφισμός ο οποίος εμφανίζεται σε υδατικά συστήματα τα οποία είναι πλούσια σε αζωτούχα και φωσφορικά άλατα. Στην περίπτωση αυτή πολλοί οργανισμοί εξοντώνονται από ασφυξία λόγω ανοξικών συνθηκών και μαζικής ανάπτυξης φυκιών. Το φαινόμενο του ευτροφισμού μπορεί να προκληθεί από λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες τα οποία παρασύρονται από τα νερά της βροχής στην θάλασσα. Επιπλέον, η υπερβολική ανάπτυξη του πλαγκτού που προκαλείται κατά τον ευτροφισμό δημιουργεί πρόβλημα υπεραφθονίας των μεδουσών.

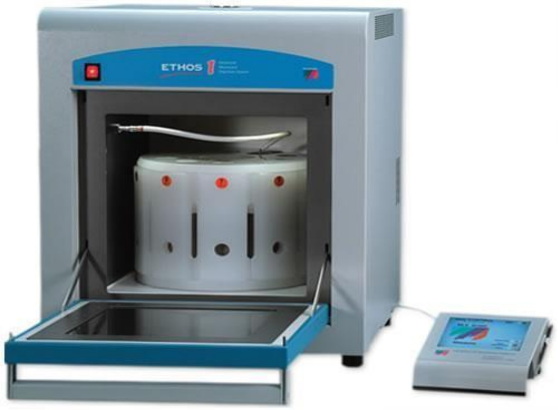
Μελέτη που έγινε στην Φινλανδία από το ερευνητικό ινστιτούτο δημόσιας υγείας έδειξε ότι τα ψηλά επίπεδα υδραργύρου στους άνδρες σχετίζεται στο μέγιστο με καρδιακές παθήσεις και πρόωρο θάνατο. Τα κυριότερα ψάρια τα οποία είναι εκτεθειμένα στον υδράργυρο είναι κυρίως τα μεγάλα ψάρια όπως ο ξιφίας, ο καρχαρίας και ο τόνος. Αυτό πολύ πιθανόν να οφείλεται στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής την οποία έχουν αυτά τα ψάρια αλλά και σε ένα δεύτερο λόγο γιατί χρησιμοποιούν ως διατροφή τους τα μικρότερα ψάρια με αποτέλεσμα να συναθροίζεται μεγαλύτερη ποσότητα υδραργύρου στον οργανισμό τους. Στις Η.Π.Α μετά από έρευνες που διεξήχθησαν για ανεύρεση παραγόντων που ευθύνονται για την αύξηση του συνδρόμου του αυτισμού διαπίστωσαν συσχέτιση του υδραργύρου που εκπέμπεται από τους ενεργειακούς σταθμούς που καίνε κάρβουνο μεταξύ των

άλλων παραγόντων που προκαλούν τον αυτισμό. Η καύση απορριμμάτων είναι ένας ακόμα παράγοντας που εμπλουτίζει την ατμόσφαιρα σε σωματίδια βαρέων μετάλλων τα οποία στην συνέχεια μέσω της βροχής καταλήγουν στην θάλασσα. Βρέθηκε επίσης ότι ένας άλλος παράγοντας που ευθύνεται για την αύξηση των βαρέων μετάλλων είναι η διάβρωση των πετρωμάτων που είναι πλούσια σε ορυκτά. Τέλος μια άλλη καίρια πηγή ρύπανσης αποτελούν οι ραδιενεργές ουσίες. Οι ουσίες αυτές μπορεί να προέρχονται από πυρηνικούς αντιδραστήρες, προϊόντα ιατρικής διάγνωσης και θεραπείας, ακτινοβολίες κ.τ.λ.

Μεθοδολογία

Όπως έχουμε αναφέρει στην εισαγωγή της έρευνας μας τα πειραματικά δεδομένα μας δόθηκαν από το Κρατικό Χημείο της Κύπρου (ΓΧΚ) . Επισκεφθήκαμε το κρατικό χημείο όπου οι λειτουργοί του εργαστηρίου μας παρουσίασαν τα αποτελέσματα τους σχετικά με το θέμα που αποφασίσαμε να διερευνήσουμε: Ανίχνευση και προσδιορισμός βαρέων μετάλλων στα ψάρια. Ο διευθυντής και μερικοί από τους λειτουργούς μας συνόδευσαν και μας ξενάγησαν στο χώρο εργασίας τους. Ο Κάθε υπεύθυνος μας ενημέρωσε για το κομμάτι της εργασίας που του αναλογούσε προκειμένου να συγκεντρωθούν όλα τα δεδομένα και ακολούθως να γίνει επεξεργασία των αποτελεσμάτων για να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα.

Μερικές από τις συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των βαρέων μετάλλων δίνονται πιο κάτω. Για τον προσδιορισμό των βαρέων μετάλλων ακολουθείται η πορεία που περιγράφεται πιο κάτω:



Στην αρχή γίνεται ομογενοποίησηση του δείγματος που λαμβάνεται από το εδώδιμο μέρος του ψαριού. Στην συνέχεια ακολουθεί ζύγισμα του ομογενοποιημένου δείγματος σε αυτόκλειστα δοχεία. Το υλικό που είναι φτιαγμένα τα δοχεία είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας ο οποίος είναι επενδυμένος με τεφλό για να αντέχει στις δύσκολες συνθήκες που υποβάλλεται. Ακολουθεί προσθήκη 3ml H_2O_2 και 5ml HNO_3 για οξείδωση των μετάλλων και μετατροπή τους σε οξείδια-βάσεις τα οποία στη συνέχεια θα μετατραπούν σε ευδιάλυτα νιτρικά άλατα. Στις ενώσεις αυτές τα μέταλλα βρίσκονται στην ιοντική τους μορφή που θα μπορέσουν να μετρηθούν πιο εύκολα. Τα υπόλοιπα συστατικά, όπως

οι πρωτεΐνες, μετατρέπονται σε υδατοδιαλυτές ουσίες και απομακρύνονται. Ακολουθεί χώνευση σε φούρνους μικροκυμάτων υπό ψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τέλος γίνεται αραίωση του δείγματος με νερό και το δείγμα υποβάλλεται σε φασματοφωτόμετρο μάζας με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα αργού για ταυτόχρονο, πολλαπλό προσδιορισμό 14 χημικών στοιχείων(Pb, Hg, Cd, As κ.α.).

Η μέθοδος που εφαρμόσθηκε για τον προσδιορισμό του Μόλυβδου (Pb) και του καδμίου (Cd) είναι φασματοφωτόμετρο με φούρνο θερμαινόμενου γραφίτη. Ο προσδιορισμός του υδραργύρου έγινε με φασματοφωτόμετρο με τεχνική ψυχρού ατμού.

Για την μέτρηση των βαρέων μετάλλων στα ψάρια χρησιμοποιήθηκαν οι πιο κάτω τεχνικές:

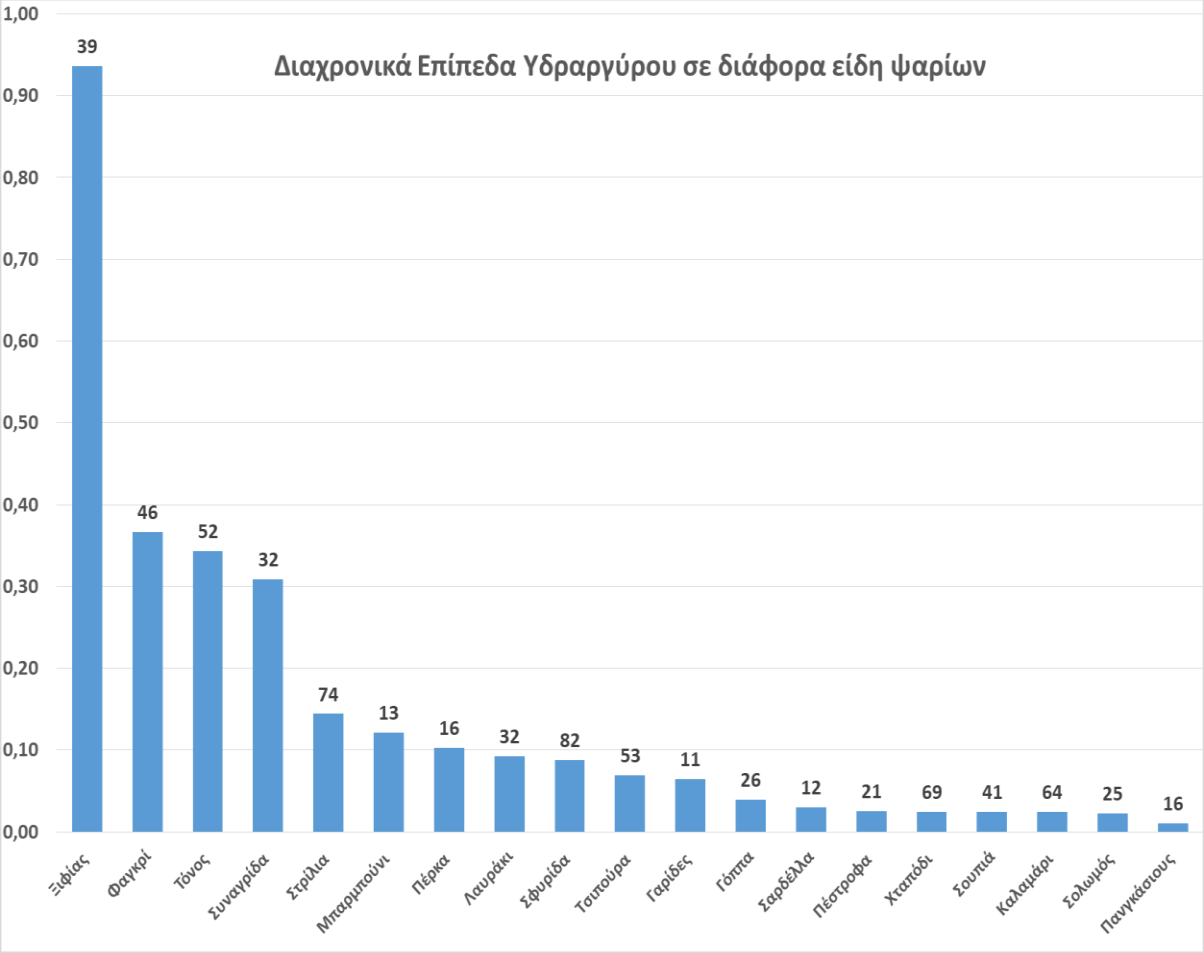
1. ICP-MS: Φασματοφωτόμετρο Μάζας με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα Αργού- Ταυτόχρονη πολλαπλή ανάλυση.
2. AAS-GFA: Φασματοφωτόμετρο με φούρνο θερμαινόμενου γραφίτη για προσδιορισμό Pd και το Cd.
3. AAS-Cold vapor: Φασματοφωτόμετρο με τεχνική ψυχρού ατμού για τον προσδιορισμό Hg.

Η τεχνική του ICP – MS χρησιμοποιείται , κατά κύριο λόγο στο εργαστήριο και εφαρμόζεται η διαπιστευμένη μέθοδος που βασίζεται στην μέθοδο του AOAC 2013.06 και προσδιορίζονται τα 14 χημικά στοιχεία:
Pd, Cd, Hg, total As, Ni, Cu, Sn, Se, Fe, Mn, Al, Co, Zn, Cr στα τρόφιμα.

Η τεχνική της ιοντικής χρωματογραφίας (HPLC-IC-ICP/MS) για τον προσδιορισμό του ανόργανου Αρσενικού (iAs) στο ρύζι, ρυζογκοφρέτες και παιδικές τροφές με βάση το ρύζι.

Αποτελέσματα

Σχεδιάγραμμα :1



Όπως φαίνεται στο πιο πάνω σχεδιάγραμμα από τις αναλύσεις που έγιναν στο κρατικό χημείο επιβεβαιώνεται με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας ότι, τα μεγάλα ψάρια όπως για παράδειγμα ο Ξιφίας, το Φαγκρί , ο Τόνος και η Συναγρίδα έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις υδραργύρου από τα μικρότερα ψάρια όπως οι Γαρίδες, η Γόπα κλπ.

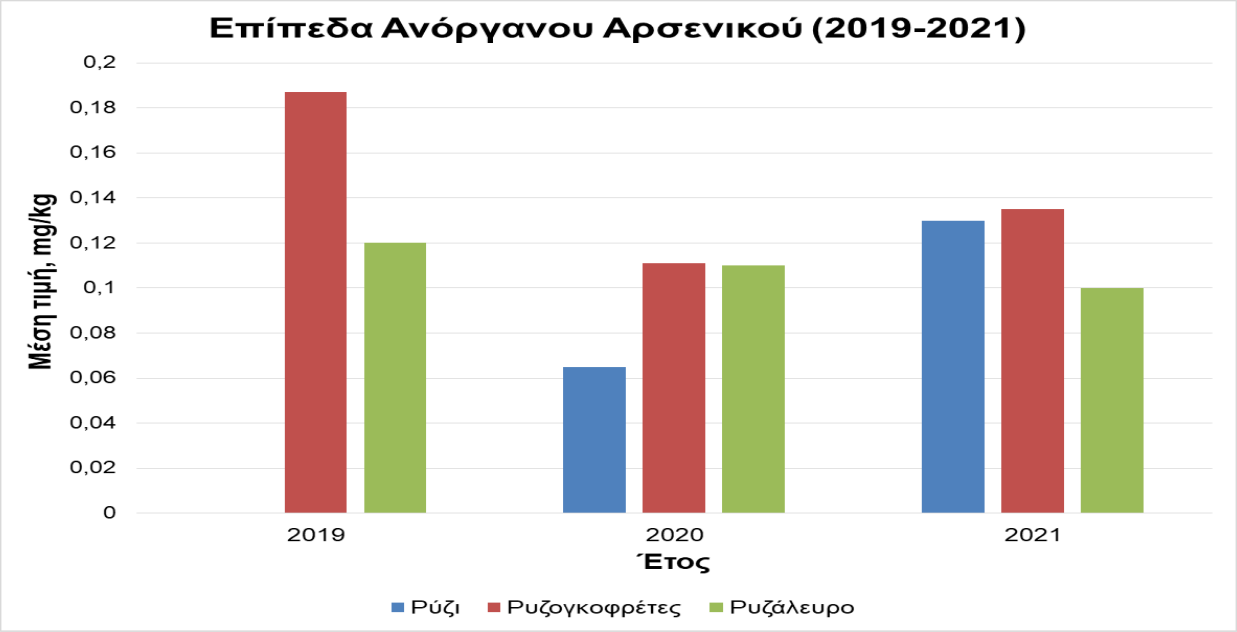
Ο Hg όπως αναφέρθηκε πιο πάνω στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας απαντάται σε τρεις μορφές οι οποίες είναι και οι τρεις τοξικές και επηρεάζουν το νευρικό σύστημα και την εγκεφαλική ανάπτυξη των παιδιών. Είναι νεφροτοξικός και πρόσφατα ευρήματα δείχνουν ότι επηρεάζει και το αγγειακό σύστημα. Ο χρόνος ημιζωής του στο αίμα είναι 30 ημέρες και στα κόκκαλα 10-30χρόνια.

Στον κανονισμό (ΕΚ) αριθμό 1881/2006 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής υπάρχουν θεσμοθετημένα μέγιστα επίπεδα για τα ψάρια, τα ψαρικά (μαλάκια, οστρακοειδή κ.α.)

Τρόφιμα	Μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα (mg/kg νωπού προϊόντος)
Υδράργυρος	
Προϊόντα αλιείας και σάρκα ψαριών. Το μέγιστο επίπεδο για τα μαλακόστρακα εφαρμόζεται σε σάρκα από αποφύσεις και κοιλία	0,50
Σάρκα των ακόλουθων ψαριών: λυκόψαρο του Ατλαντικού (Anarchicas lupus) παλαμίδα (Sarda sarda) χέλι (Anguilla species) καθρεπτόψαρο του Ατλαντικού γρεναδιέρος (Coryphaenoides rupestris) μουλίδες (Mullus species), κοκκινοφίδιο (Genypterus blacodes) τούρνα (Esox lucius), κοπάνι (Orcynopsis unicolor) σύκο της Μεσογείου (Trisopterus minutus) σελάχι (Raja species) κοκκινόψαρο (Sebastes marinus, S. mentella, S. viviparus) σπαθόψαρο (Lepidopus caudatus, Aphanopus carbo) κεφαλάς, λιθρίνι (Pagellus species) καρχαρίας (όλα τα είδη) ξιφίας (Xiphias gladius) τόνος (Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis)	1,0
Συμπληρώματα διατροφής	0,10

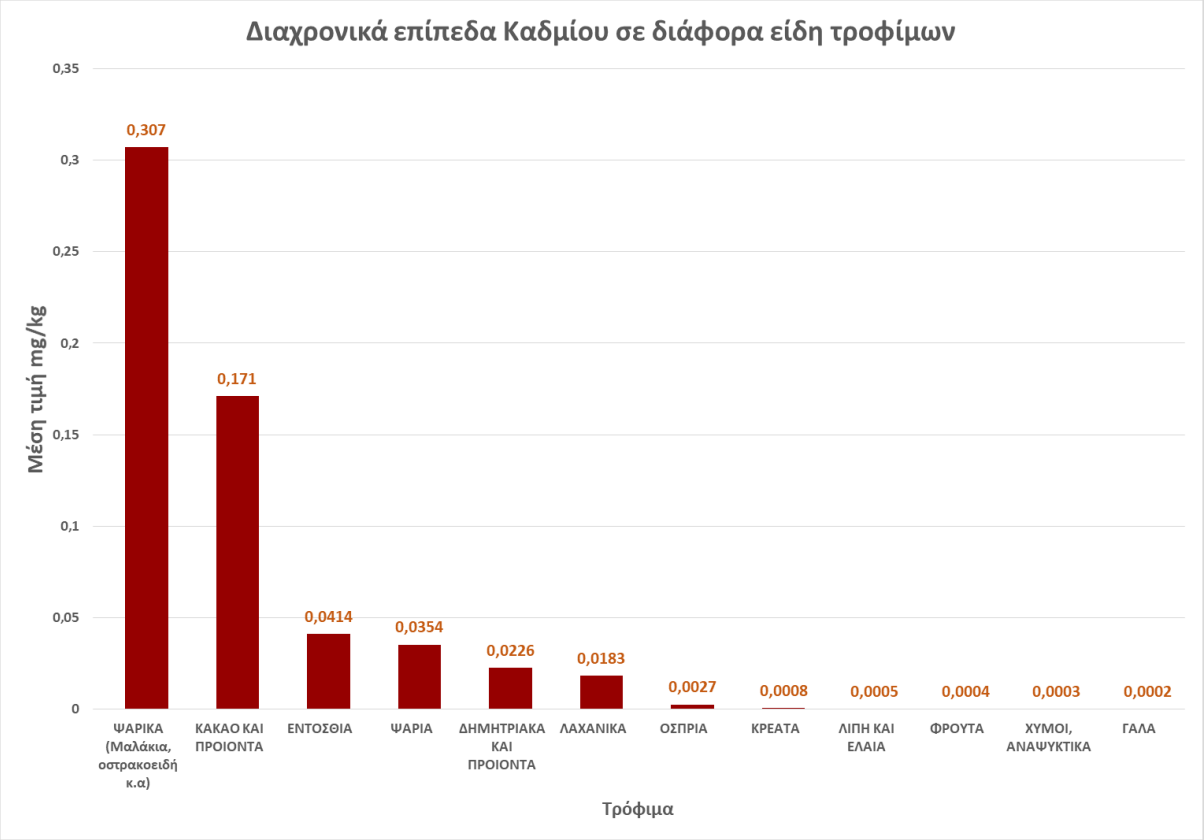
και τα συμπληρώματα διατροφής.

Σχεδιάγραμμα :2



Οι οργανικές μορφές του αρσενικού απαντώνται στα ψάρια και οστρακοειδή, στο κρέας, στα πουλερικά και στα γαλακτοκομικά. Οι ανόργανες μορφές του οι οποίες θεωρούνται και πιο τοξικές ανιχνεύτηκαν στο νερό και το ρύζι. Το αρσενικό παρεμβαίνει στην λειτουργία των κυττάρων μας αδρανοποιεί τα ένζυμα που λαμβάνουν μέρος σε οξειδωτικές διεργασίες. Γίνεται αιτία εμφάνισης καρκίνου σε διάφορα όργανα όπως ουροδόχο κύστη, νεφρά, πνεύμονα και στο δέρμα.

Σχεδιάγραμμα: 3



Το κάδμιό όπως φαίνεται και στο πιο πάνω σχεδιάγραμμα ανιχνεύτηκε σε όλα τα δείγματα(100%). Πιθανόν λόγω των ζωοτροφών. Μεγάλα ποσοστά υπάρχουν στα ψαρικά όπως μαλάκια και οστρακοειδή αντίθετα με τον υδράργυρο που ανευρέθηκε στα μεγάλα ψάρια. Το κάδμιο θεωρείται καρκινογόνο 1^{ης} κατηγορίας. Κύριες πηγές είναι οι κοπριές και τα φωσφορικά λιπάσματα που μπορούν να μεταφερθούν στα τρόφιμα.

Σχετίζεται με ενδοκρινολογικά και αναπαραγωγικά προβλήματα στον άνθρωπο και συσσωρεύεται στο ήπαρ, στα νεφρά σε μεγάλο χρόνο ημιζωής (10-30 χρόνια).

Συμπεράσματα

Από την πιο πάνω παρουσίαση των αποτελεσμάτων μας (σχεδιάγραμμα1) φάνηκε ότι ο υδράργυρος, ένα από τα κατεξοχήν βαρέα μέταλλα βρίσκεται στα διάφορα όργανα καθώς και στο δέρμα των μεγάλων ψαριών, όπως για παράδειγμα: ξιφίας, τόνος και καρχαρίας. Αυτό πιθανό να δικαιολογείται λόγο της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους και επιπλέον η τροφή τους αποτελείται από τα μικρότερα ψάρια όπου η ποσότητα του υδραργύρου συσσωρεύεται. Αντιθέτως, το κάδμιο όπως παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα 3 βρίσκεται σε όλα τα τρόφιμα αλλά και στα ψαρικά κυρίως οστρακοειδή και μαλάκια. Τόσο ο υδράργυρος όσο και το κάδμιο είναι πολύ τοξικά μέταλλα και ανήκουν στην κατηγορία καρκινικών ουσιών (κατηγορίας 1) και συσσωρεύονται στα νεφρά, στο συκώτι και επιπλέον, θεωρούνται νευροτοξικά. Το αρσενικό (σχεδιάγραμμα 3) ανιχνεύθηκε στο νερό και στο ρύζι ωστόσο θεωρείται και αυτό καρκινογόνο γιατί παρεμβαίνει στην λειτουργία των κυττάρων μας και ευθύνεται για την εμφάνιση καρκίνου στα διάφορα μέρη του ανθρωπίνου σώματος.

Παρόλα αυτά, αντιπαραβάλλοντας τα προαναφερθέντα, τα ψάρια αποτελούν μια σημαντική πηγή Ωμέγα-3 (ω-3) και Ωμέγα-6 (ω-6) λιπαρών ουσιών. Είναι γνωστό ότι τα ωμέγα-3 λιπαρά βοηθούν στην απομάκρυνση της κακής χοληστερόλης (LDL) από τα αγγεία του οργανισμούς μας με ταυτόχρονη αύξηση της καλής χοληστερόλης (HDL). Με αυτό τον τρόπο βοηθούν τον άνθρωπο να προφυλαχθεί από το ενδεχόμενο της αθηροσκλήρωσης, η οποία οδηγεί στην στεφανιαία νόσο.

Όπως φαίνεται πιο πάνω η χρησιμότητα των ω-3 και ω-6 λιπαρών από τα ψάρια είναι πολύ μεγάλη γιατί συμβάλλει στην μείωση της αρτηριακής πίεσης, στην ευεργετική επίδραση κατά της ρευματοειδούς αρθρίτιδα και της οστεοαρθρίτιδας. Ωστόσο επιβάλλεται να υπάρχει ισορροπημένη πρόσληψη πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που να ανταποκρίνεται στην βέλτιστη αναλογία ω-6/ω-3.

Ο άνθρωπος, ωστόσο, επιβάλλεται να εξεύρει τρόπους μείωσης της ρύπανσης του περιβάλλοντος και κατ΄επέκταση του θαλάσσιου περιβάλλοντος για να προστατεύσει τόσο τη θαλάσσια ζωή όσο και την υγεία του. Πιστεύουμε πως μερικά από τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για περιορισμό της ρύπανσης των θαλασσών είναι τα πιο κάτω:

- Να περιοριστεί η χρήση ορισμένων τύπων απορρυπαντικών που περιέχουν ενώσεις βαρέων μετάλλων.
- Να αποφεύγεται η καύση των απορριμμάτων η οποία αποτελεί παράγοντα εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας σε ενώσεις βαρέων μετάλλων.
- Να αποφεύγεται η ρίψη ραδιενεργών υλικών που παράγονται από ενεργειακούς σταθμούς, πυρηνικούς αντιδραστήρες κ.τ.λ.
- Να περιοριστεί η χρήση λιπασμάτων στις γεωργικές καλλιέργειες που περιέχουν αζωτούχες και φωσφορικές ενώσεις.
- Επιπλέον, επιβάλλεται ο άνθρωπος να στραφεί στην αναζήτηση νέων μορφών ενέργειας οι οποίες να είναι φιλικές προς το περιβάλλον αλλά ταυτόχρονα και οικονομικά συμφέρουσες.

Εν κατακλείδι θα θέλαμε να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τις πληροφορίες που μας δόθηκαν από τον υπεύθυνο του Κρατικού Χημείου, η Κύπρος μας βρίσκεται σε πολύ ασφαλή επίπεδα κάτω από τα όρια ανοχής όσο αφορά την περιεκτικότητα των βαρέων μετάλλων στα ψάρια. Απόδειξη αυτού είναι ότι το Κρατικό Χημείο της Κύπρου βραβεύτηκε ως το πρώτο εργαστήριο για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων του και ως εκ ’τούτου είναι διαπιστευμένο εργαστήριο . Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να εφησυχαζόμαστε και να σταματήσουμε να αναζητούμε τρόπους ελάττωσης της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Καθίσταται επιτακτική ανάγκη η συνεχής έρευνα εξεύρεσης αποτελεσματικών-εύκολων τρόπων περιορισμού της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Δεξιότητες που αποκτήθηκαν:

- Εκπαίδευση στην αναζήτηση και επεξεργασία πηγών στο διαδίκτυο.
- Συσχέτιση πληροφοριών για ανεύρεση όσο το δυνατό περισσότερων δεδομένων.
- Εκπαίδευση στην ερμηνεία και ανάλυση αποτελεσμάτων στα διαγράμματα.
- Άντληση πληροφοριών από διαγράμματα.
- Επαφή με νέους χημικούς όρους που εμπλουτίζουν τις γνώσεις μας στην χημεία.
- Επίσκεψη σε χημικά εργαστήρια οπού έγινε επεξεργασία δηγμάτων που πήραμε από το Γ.Χ.Κ.
- Γνωριμία μεθόδων τα οποία χρησιμοποιούνται στο χημείο για ανάλυση δειγμάτων ψαριών και χρήση μηχανημάτων.
- Ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης και ευαισθητοποίησης σε θέματα τα οποία αφορούν την θαλάσσια ζωή.
- Απόκτηση γνώσεων για τα οφέλη που παρέχει η κατανάλωση ψαριών και κατ' επέκταση στην ανεύρεση τρόπων βελτίωσης της ζωής μας.
- Υπόδειξη μεθόδων αναγνώρισης φρέσκων ψαριών
- Ανάπτυξη της κριτικής σκέψης για τρόπους προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος.
- Απόκτηση συγκλίνουσας σκέψης για τρόπους μείωσης της περιβαλλοντικής ρύπανσης και εφαρμογής νέων, εναλλακτικών κανόνων επιβίωσης της ανθρωπότητας.
- Ανάπτυξη ομαδικού πνεύματος και συνεργασίας.
- Ανάκτηση γνώσεων για την σύσταση των βαρέων μετάλλων και τις επιπτώσεις τους ,όταν είναι αυξημένα τα επίπεδα, στον ανθρώπινο οργανισμό.

Βιβλιογραφία

Αμπατζόγλου Γεώργιος: Συμβολή στη μελέτη της εξέλιξης των ρυπαντικών φορτίων και του βαθμού ρύπανσης, Αθήνα 1988

Μαυράκης Αναστάσιος: Συμβολή στη Διερεύνηση του Γενικότερου Περιβαλλοντικού Προβλήματος, Αθήνα 1998

Πόγκα Νεστώρια: Θριάσιο πεδίο Το περιβαλλοντικό πρόβλημα της περιοχής και οι τρόποι αντιμετώπισης του, Αθήνα 2005

Χρηστίδης Αναστάσιος: Μελέτη κατανομής αερομεταφερόμενων ρύπων, Αθήνα 1995

Ψούνης Νικόλαος: Ανάπτυξη μοντέλου για τον υπολογισμό των συγκεντρώσεων των οξειδίων του αζώτου και του όζοντος, Αθήνα 2002

Διαδικτυακές Ιστοσελίδες:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%85%CE%B4%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%85%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82

https://www.eea.europa.eu/el/articles/ydrargyros-diarkis-apeili-gia-to

https://www.rodiaki.gr/article/47161/barea-metalla-kai-thalassio-periballon